Aus der Klinik für Tiergeburtshilfe und Klauentierkrankheiten
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. H. J. Heidrich

Verlauf der Herzschlagzahlen bei Ebern während der Kastrationsnarkose mit Eunarcon und Thiogenal

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Erhard Lang
Tierarzt aus Bayreuth

Berlin 1968
Journal-Nr. 603

Aus der Klinik für Tiergeburtshilfe und Klauentierkrankheiten
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. H. J. H e i d r i c h

Verlauf der Herzschlagzahlen bei Ebern während der Kastrationsnarkose mit Eunarcon und Thiogenal

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Erhard L a n g
Tierarzt aus Bayreuth

Berlin 1968
Journal-Nr. 603

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen
Fakultät der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. G. Bergmann
Referent: Prof. Dr. H. J. Heidrich
Korreferent: Prof. Dr. E. Becker

Tag der Promotion: 25. 1. 1968

Meiner lieben Mutter

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552705_0010

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. EINLEITUNG 1

B. LITERATURÜBERSICHT 2

I. Die normalen Herzschlagzahlen beim Schwein 2

II. Die Barbituratnarkose beim Schwein und ihr Einfluß auf die Herzschlagzahlen 5

1. Die Herzschlagzahlen unter Barbituratnarkose 5

2. Die Herzschlagzahlen unter Barbituratnarkose mit Prämedikation 6

3. Die Herzschlagzahlen bei Eunarcon- und Thiogenalnarkose 8

III. Dosierung und Injektionstechnik bei Verwendung von Eunarcon und Thiogenal 10

C. EIGENE VERSUCHE 13

I. Material und Methode 13

1. Versuchstiere 13

2. Verwendete Barbiturate 13

3. Versuchsanordnung 15

4. Durchführung der Versuche 15

II. Versuchsergebnisse 26

Verlauf der Herzschlagfrequenz unter

1. Eunarcon sturzartig 31

2. Eunarcon in 2 Fraktionen appliziert 34

3. Thiogenal sturzartig 37

4. Thiogenal in 2 Fraktionen appliziert 40

D. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE 45

E. ZUSAMMENFASSUNG 47

F. LITERATURVERZEICHNIS 48

A. EINLEITUNG

Das nicht seltene, gefürchtete und dem Kliniker bekannte Auftreten von Narkosezwischenfällen bei Schweinen erklärt es, daß seit langem ein besonderes Interesse an Fragen über das Kreislaufgeschehen dieser Tierart besteht, zumal die bisher vorliegenden Mitteilungen hierüber nur wenig befriedigende Auskünfte geben.

Durch die von BAYER (1966) entwickelte und von JAKUBOWSKI (1966) an Schweinen praktizierte Methode ist es möglich, das Kreislaufverhalten von Haustieren kontinuierlich zu beobachten. Von Herrn Professor Dr. HEIDRICH wurde mir die Aufgabe gestellt, Versuche über den Einfluß von intravenös applizierten Barbituraten (Eunarcon, CASSELLA-RIEDEL, und Thiogenal, MERCK) an Ebern während der Kastration auf den Verlauf der Herzschlagfrequenz anzustellen.

B. LITERATURÜBERSICHT

I Die normalen Herzschlagzahlen beim Schwein

Über den physiologischen Bereich der Herzschlagzahlen bei Schweinen gibt es in der bisherigen Literatur nur wenige Angaben.

KNOLL (1910) nahm zur Untersuchung des Pulses palpatorische Messungen an der A. coccygica bei zum Verkauf aufgetriebenen Tieren auf Viehmärkten vor. Er stellte fest, daß die Unterschiede in der Pulsfrequenz bei Schweinen verschiedenen Geschlechts mit zunehmendem Gewicht geringer wurden und gab als Mittelwert für die Pulsfrequenz von 10 einjährigen Ebern 72,9 Schläge pro Minute an.

WIRTH (1949) gibt den Frequenzbereich der Herzschläge beim Schwein mit 60 - 80 in der Minute an. Nach seinen Feststellungen haben Eber einen langsameren Puls als weibliche Schweine.

Nach MAREK und MOCSY (1960) haben Schweine als Minimum 60, als Maximum 80 und tragende Sauen 110 Herzschläge je Minute. Sie steigern sich aber in der Aufregung um das Zwei- bis Dreifache und erfahren auch bei höheren Außentemperaturen, bei fieberhaften Erkrankungen, sowie bei Erhöhung des Kohlensäuregehaltes im Blut eine Zunahme.

LÜCKMANN (1958) nahm Messungen an Schweinen unterschiedlicher Alters- und Gewichtsklassen beim Saugen, Fressen, Liegen und bei "normalem Stallverhalten" vor. Er stellte fest, daß die Herzschlagfrequenz vom Ferkel bis zum ausgewachsenen Schwein mit zunehmendem Alter abnimmt. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern war bei jüngeren Tieren nicht deutlich, lediglich ruhig liegende weibliche Läuferschweine zeigten eine geringgradige höhere

Pulsfrequenz als gleichaltrige männliche Tiere. Die Untersuchungen erstreckten sich jedoch nicht auf ausgewachsene Eber.

SCHULZE (1964) untersuchte Atmung, Puls und Temperatur von Schweinen und fand als durchschnittliche Herzschlagfrequenz bei Ebern 72 Pulse in der Minute.

NOBIS (1965) ermittelte ebenfalls die Atmungs- und Pulsfrequenz, sowie die Temperatur von Schweinen nach der Bewegung und maß die Zeitspanne bis zur Rückkehr zu den Ausgangswerten. Eine Untersuchungsgruppe umfaßte 20 Eber, die zur Kastration in die Klinik eingestellt waren. Es handelte sich dabei nur um solche Tiere, die ohne Aufregung die Anwesenheit des Untersuchenden im Stall duldeten. Bei diesen Ebern wurden vor der Bewegung 80 ± 13 Herzschläge je Minute gezählt.

HIPPEL (1966) untersuchte 50 gesunde, ausgewachsene Zuchteber unter Praxisbedingungen. Er bestimmte unter Berücksichtigung des Alters und des Gewichtes der Tiere Normalwerte für die Atem- und Pulsfrequenz, sowie die rektal gemessene Körpertemperatur. Die Pulsfrequenz wurde teils durch Auskultation teils durch Palpation an der A. coccygica ermittelt. Die Untersuchungen zeigten, daß die Werte für Atmung, Puls und Temperatur mit steigendem Alter und zunehmendem Gewicht kleiner wurden. Die Pulsfrequenz verringerte sich beispielsweise von 91,2 Schlägen/Minute bei einem 8 Monate alten Eber auf 80,1 Herzschläge/Minute bei einem 36 Monate alten Eber.

JAKUBOWSKI (1966) bestimmte den Verlauf der Herzschlagfrequenz von Ebern während der künstlichen Entsamung. Er bediente sich einer fortlaufenden Registrierung des Elektrokardiogramms. Zum Vergleich zeichnete er die Herzschlagfrequenzen von Ebern während des "normalen Stallverhaltens" auf, das heißt, beim Schlafen, Liegen, Sitzen, Stehen, Fressen und Laufen und bezeichnete sie

als "Ruhewerte".

Die durchschnittlichen Herzschlagzahlen für diese Verhaltensweisen sind in der folgenden Tabelle dargestellt (nach BAYER und Mitarb.,1968).

Tabelle 1

Durchschnittliche Herzschlagzahlen bei verschiedenen Verhaltensweisen von Ebern

	Mittlere Pulsfrequenz $[n \cdot min^{-1}]$	Min. - Max. $[n \cdot min^{-1}]$
Schlafen	54	40 - 75
Liegen	67	45 - 105
Sitzen	83	50 - 120
Stehen	94	60 - 140
Fressen	96	70 - 130
Laufen	113	70 - 150

Die Untersuchungen im Verlaufe der Entsamungen ergaben bei der Fixierung des Penis Herzschlagfrequenzen von 153 bis 244, während der Ejakulation dagegen zeigte sich ein Frequenzniveau von 127 bis 226 Pulsen in der Minute.

II Die Barbituratnarkose beim Schwein und ihr Einfluß auf die Herzschlagzahlen

Zur Narkose bei Schweinen sind bisher nur die Derivate der Barbitursäure befriedigend und daher von praktischer Bedeutung. Sie haben die Inhalationsnarkotika Äther und Chloroform und das intravenös applizierbare Chloralhydrat verdrängt. Die Barbiturate werden nach Wirkungsdauer und chemischer Zusammensetzung in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Langwirkende, sog. "klassische" Barbiturate
2. Kurzwirkende N-methylierte Barbiturate
3. Kurz- oder "ultra"-kurzwirkende Thiobarbiturate

1. Die Herzschlagzahlen unter Barbituratnarkose

Über Erfahrungen mit Barbituraten in der operativen Praxis beim Schwein sind zahlreiche Mitteilungen erschienen, wobei aber nur selten über die Auswirkungen auf die Herzschlagfrequenz berichtet wird.

FEILER (1956) führte an 63 Schweinen intravenöse, intraperitoneale und intratestikuläre Narkosen mit Baytinal, einem Thiobarbiturat, durch. Er konnte keine besonderen Veränderungen an Atmung und Kreislauf feststellen.

TEUSCHER (1958) legte Schweine von 25 bis 100 kg mit intravenösen Gaben von Baytinal in Narkose. Die Pulse stiegen teilweise auf das Zwei- bis Dreifache der Grundfrequenz an, gingen aber durchschnittlich nach 3 Minuten auf Werte, wie vor der Applikation gemessen, zurück.

Nach WESTHUES und FRITSCH (1961) führen alle Barbiturate der oben angeführten 3 Gruppen als Folge der Kreislaufzentralisation zu einer mäßigen Tachykardie. Eine direkte Wirkung auf das Herz besitzen nach ihren Angaben nur

die Thiobarbiturate, da sie eine Konstriktion der Herzkranzgefäße bewirken.

CARSTENSEN (1962) stellte Untersuchungen über die Pulsfrequenz von Schweinen kurz vor, 5 Minuten und jeweils nach Abständen von 10 Minuten nach der intravenösen Applikation des "klassischen" Barbiturates Narcoren in zwei verschiedenen Lösungsmitteln an. Unmittelbar nach der Narcoren I-Injektion konnte regelmäßig eine Steigerung der Herzschlagfrequenz von durchschnittlich 74 bis 79 % über die Ausgangswerte beobachtet werden. Am Ende des Toleranzstadiums bestand noch eine erhebliche Tachykardie, erst nach Beendigung des Nachschlafs erreichten die Herzschlagfrequenzen bei den meisten Tieren wieder die Ausgangswerte.

Nach Injektion des Narcoren II, der neuen Formulierung, betrug die Steigerung der Herzschlagfrequenz nur 46 bis 50 %. Im Verlauf des Toleranzstadiums verminderte sich die Tachykardie erheblich, und gegen Ende des Nachschlafs waren die vor der Applikation ermittelten Werte fast wieder erreicht.

2. Die Herzschlagzahlen unter Barbituratnarkose mit Prämedikation

Von einigen Autoren werden Barbituratnarkosen mit Prämedikation mit den Neuroplegika Megaphen und Combelen beschrieben.

TEUSCHER (1958) applizierte 35 bis 60 kg schweren Schweinen 60 bis 90 Sekunden vor der Baytinalinjektion 1,5 bis 2 ml Megaphen (N-[3-dimethylamino]-propyl-3-chlorphenothiazin) als Prämedikation intravenös. Der danach beobachtete Anstieg der Herzschlagfrequenz war höchstens halb so groß wie nach alleiniger Baytinalapplikation.

TEUSCHER und MIETH (1961) injizierten bei Schweinen vor der Baytinalapplikation Combelen (N- 3-dimethyl-amino -3-propionyl-phenothiazin) intravenös (1 ml/50 kg KGW = Körpergewicht). Bereits nach der Combelen-injektion war der Puls beschleunigt, und die Zahl der Herzschläge ging nach etwa 10 Minuten nach der Baytinal-gabe auf die Ausgangsfrequenz zurück.

DINSE (1965) führte die Narkose beim Schwein ebenfalls mit Combelen, kombiniert mit dem Thiobarbiturat Baytinal, durch. Er verglich sie mit der alleinigen Baytinalnarkose und machte Angaben über Änderung der Herzschlagfrequenz. Das Herz wurde vom Injektionsbeginn bis zum Eintritt des Toleranzstadiums fortlaufend auskultiert, 15 Sekunden-abschnitte gebildet und die dann gezählte Frequenz auf die Herzschlagfrequenz je Minute umgerechnet, sowie 10, 30 und 60 Minuten nach Injektionsbeginn nochmals be-stimmt. Von der Baytinaldosis wurde das erste Drittel in 10 bis 15 Sekunden injiziert und der Rest nach 45 bis 60 Sekunden unter Kontrolle der Reflexe bis zum Eintritt des Toleranzstadiums verabreicht. Bei alleiniger Baytinal-injektion erreichte die Herzschlagfrequenz in den meisten Fällen nach der Applikation die höchsten Werte:
Tiere bis zu 50 kg KGW zeigten eine durchschnittliche Herzschlagfrequenzsteigerung um 64 %,
Tiere von 50 - 100 kg KGW eine Steigerung um 66 % und
Tiere über 100 kg KGW eine Steigerung um 54 %.
Nach der Combeleninjektion stieg die Herzschlagfrequenz durchschnittlich um 70 % an. Die Baytinalinjektion be-wirkte im Durchschnitt eine weitere Steigerung der Herz-schlagfrequenz um 78 bis 109 % gegenüber den Ausgangs-werten.

3. Die Herzschlagzahlen bei Eunarcon- und Thiogenalnarkose

Eunarcon, ein N-methyliertes Barbiturat, war lange Zeit das gebräuchlichste Mittel zur Narkotisierung der Schweine.

SILBERSIEPE (1936) führte als erster umfangreiche Versuche beim Schwein durch und machte die Eunarconnarkose praxisreif. Er berichtete über die Technik der Injektion und gab ein Dosierungsschema an. Angaben über die Herzschlagfrequenz bei Schweinen nach Eunarconapplikation werden aber nicht gemacht.

In den weiteren Arbeiten wird nur selten über die Wirkung des Eunarcons auf die Herzschlagfrequenz berichtet.

VORLOB (1937) kastrierte 255 Eber in Eunarconnarkose und ging bei der Beschreibung der Kasuistik in einigen Fällen auch auf die Herzschlagfrequenz ein. Unmittelbar nach intravenöser Eunarconapplikation wurden bis zu 215 Pulse in der Minute gezählt.

BRÜNING (1937) narkotisierte Schweine bis zu einem Körpergewicht von 150 kg mit Eunarcon. Er konnte bei einigen Tieren 120, bei anderen aber 180 bis 240 Pulse in der Minute feststellen.

Weder bei VORLOB noch bei BRÜNING werden aber exakte Angaben über zeitliche Zusammenhänge zwischen Injektion und Pulsfrequenz gemacht.

Thiogenal, ein "ultra" kurzwirkendes Thiobarbiturat, hat wegen seiner großen "therapeutischen Breite" und seiner sehr geringen Exzitationswirkung in der Schweinepraxis einen großen Anwendungsbereich gefunden.

WILLE (1954) berichtete erstmalig über die Brauchbarkeit von Thiogenal zur Narkose von Schweinen. Der Kreislauf der 203 narkotisierten Tiere wurde nur sehr wenig

beeinflußt. Zu Beginn des Toleranzstadiums stieg die Pulsfrequenz mäßig an, um am Ende zur Norm zurückzukehren. Nach seiner Beobachtung und Erfahrung ist bei einer Thiogenalnarkose eine Kreislaufkontrolle nicht nötig.

TOLLE (1955) wandte Thiogenal bei 31 Schweinen an und bestätigte bezüglich der Kreislaufwirkung die Feststellung von WILLE.

Nach BOLZ (1961) steigt bei Schweinen nach der intravenösen Thiogenalinjektion der Puls anfangs an, kehrt dann aber bald zur Norm zurück. Genaue Angaben über Zeitpunkt und Höhe des Anstiegs der Herzschlagfrequenz erfolgen nicht.

WACHTEL und Mitarbeiter (1963) führten unter Thiogenalnarkose Blutdruckmessungen bei Schweinen durch. Sie stellten fest, daß der Kreislauf eine auffällige Veränderung durch eine deutliche Erhöhung der Herzschlagfrequenzen erfährt.

III Dosierung und Injektionstechnik bei Verwendung von Eunarcon und Thiogenal

Das Eunarcon soll nach den Angaben des Herstellers, CASSELLA-RIEDEL, zur Eber-Kastration in folgender Dosierung intravenös angewendet werden:

Körpergewicht der Schweine	Dosis
bei 30 kg	4,5 ml
bei 50 kg	7,5 ml = 0,15 ml/kg
bei 70 kg	10,5 ml
bei etwa 150 kg	12-15 ml = 0,08-0,1 ml/kg
bei 200-250 kg	18-20 ml
bei 300-350 kg	25 ml = 0,07-0,08 ml/kg
bei über 350 kg	etwa 28 ml

Als Injektionszeit wird angegeben:

Zunächst bis zum Einschlafen (etwa 8-15 ml) zügig injizieren, weiter nach Wirkung 4-5 ml je Minute.

Für das Thiogenal werden vom Hersteller MERCK für Schweine die folgenden Dosierungen empfohlen:

Körpergewicht der Schweine	Dosis
bei 50-100 kg	1 g pro 50 kg i/v.
bei 100-150 kg	2 g i/v.
bei 150-200 kg	2-3 g i/v.
bei 250 kg	3,5 g i/v. als Höchstdosis

Für kurzdauernde operative Eingriffe, wie zum Beispiel bei Eberkastrationen, soll die Gesamtmenge sturzartig injiziert werden; bei Kryptorchidenoperationen sollen

zwei Drittel der Gesamtmenge zügig, der Rest langsamer injiziert werden.

Aus Klinik und Praxis werden hinsichtlich Dosierung und Injektionstechnik von Eunarcon beziehungsweise Thiogenal in der Literatur bisher unterschiedliche Angaben gemacht.

SILBERSIEPE (1936) empfahl stehenden Ebern 2o ml Eunarcon oder noch größere Mengen möglichst innerhalb von 20-45 Sekunden zu injizieren. Für Narkosen unter 8 Minuten Dauer und für kleine Eingriffe, bei denen Abwehrbewegungen und Reflexe in Kauf genommen werden können, wie zum Beispiel bei der Eberkastration, würden bei schneller Injektion Dosen von 0,07 bis 0,1 ml/kg für schwere Eber, sowie 0,12 ml/kg für Tiere bis zu 90 kg Körpergewicht ausreichen.

VORLOB (1937) bestätigte die von SILBERSIEPE (1936) angegebene Eunarcondosierung und bevorzugte bei schweren Schweinen ebenfalls eine schnelle Injektion, weil es nach seinen Erfahrungen bei Tieren dieser Gewichtsklasse kaum möglich war, eine langsame intravenöse Injektion vorzunehmen.

BRÜNING (1937) verwendete für Tiere aller Gewichtsklassen eine Dosis von 0,2 ml/kg Körpergewicht, die er Schweinen bis 40 kg Körpergewicht innerhalb von 30 Sekunden verabreichte. Bei schweren Schweinen sollte nur langsam und in individueller Dosierung injiziert werden.

VÖLKER und BARKE (1938) hatten nach sehr schneller Eunarconinjektion in therapeutischen Dosen einige Todesfälle. Bei sehr langsamer Injektionsgeschwindigkeit konnten dagegen trotz relativ hoher Dosen selten ausreichende Narkosetiefen erzielt werden. Nach ihren Erfahrungen ist die in der Zeiteinheit pro kg Körpergewicht zugeführte Eunarconmenge für die Dauer und Tiefe der Narkose von Bedeutung, die Gesamtmenge allein für den narkotischen Effekt nicht wichtig. Um mit Sicherheit eine genügend tiefe Narkose,

ohne die Gefahr von Zwischenfällen zu erreichen, wird daher empfohlen, das erste Drittel der Eunarcondosis innerhalb von 10 Sekunden zu verabreichen und den Rest dann langsam nachzuinjizieren.

SONNECK (1953) hält Eunarcon für ein gutes, aber nur bei sehr langsamer Applikation ungefährliches Narkosemittel.

Für Thiogenal empfiehlt WILLE (1954), bei großen und alten Tieren die gesamte Thiogenaldosis in 7-15 Sekunden, also sturzartig, zu verabreichen. Bei kleinen Schweinen sollen das erste Drittel in 20 bis 30 Sekunden und die restlichen zwei Drittel rasch in wiederum 20 bis 30 Sekunden injiziert werden. Als optimale Narkosedosis wird für schwere Tiere bis zu 250 kg 20 mg/kg KGW = 1 g je 50 kg angegeben.

Nach WESTHUES und FRITSCH (1961) wird durch die intravenöse Injektion von 25 bis 30 mg Thiogenal/kg bei kleinen Tieren (bis 60 kg) und 15 bis 20 mg/kg bei großen Tieren eine Narkose für ungefähr 20 Minuten erzielt. Allgemein wird als Injektionstechnik für Thiobarbiturate bei großen Tieren, beim Schwein und bei nicht sedativ vorbehandelten Tieren empfohlen, die Hälfte bis zwei Drittel der zur Narkose benötigten Dosis zügig zu injizieren, dann 30 Sekunden oder bis nach dem Ablegen der Tiere zu warten und dann den Rest langsam "nach Wirkung" nachzuinjizieren.

Bei Kastrationen alter Eber hat FANTA (1963) in etwa 50 % der Fälle die volle Dosis Thiogenal sturzartig verabreicht. Nur eins von etwa 200 Tieren starb in der Narkose.

C. EIGENE VERSUCHE

I Material und Methode

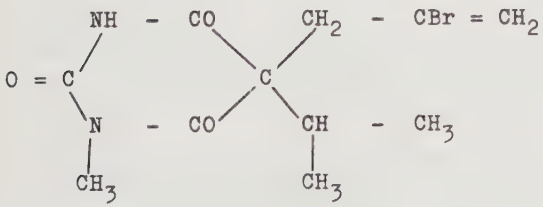
1. Versuchstiere

Als Versuchstiere dienten 47 Eber, die zur Kastration in die Klinik eingewiesen worden waren. Zu ihnen gehörten zwei einhodige Eber sowie ein einseitiger Kryptorchide. Sämtliche Tiere gehörten der Rasse Deutsches veredeltes Landschwein an. Ihre Körpergewichte lagen zwischen 60 und 312 kg.

2. Verwendete Barbiturate

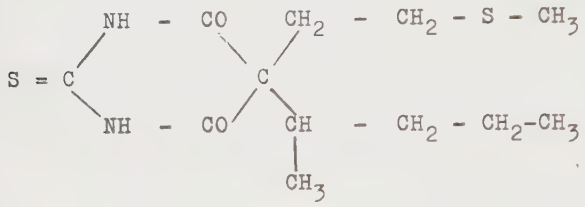
Für die vergleichende Untersuchung der Auswirkung von intravenös applizierten Barbituraten auf die Herzschlagfrequenzen von Ebern in der Narkose wurden die beiden geläufigsten Barbiturate der Schweinepraxis, das Eunarcon und das Thiogenal, herangezogen.

a) EUNARCON ad. us. vet. der Firma CASSELLA-RIEDEL, Frankfurt, gehört zur Gruppe der N-methylierten Barbiturate



Es gelangt in einer 10 %igen, wässrigen, stabilisierten Lösung des Natrium-N-methyl-5 isopropyl-5- (2 bromallyl)-barbiturates (1,05 g/10,0 ml) mit Phenyldimethyl-pyrazolon (1,0 g/10,0 ml) in Flaschen mit 50,0 und 100,0 ml in den Handel. Eunarcon bewirkt eine kurze Narkose mit mäßig langem Nachschlaf, der nicht frei von Exzitationen ist.

b) THIOGENAL der Firma MERCK, Darmstadt, gehört zur Gruppe der "ultra"-kurzwirkenden Thiobarbiturate. Es ist das Natriumsalz der 5-(ß-Methylthioäthyl)-5-(2'-peptyl)-thiobarbitursäure



Es gelangt in kristalliner Form, in 0,5 , 1,0 und 2,0 g Substanz enthaltenen Injektionsgläsern in den Handel und ist in dem beigegebenen Aqua bidestillata leicht löslich. Die Lösung ist nur begrenzt haltbar und daher vor Gebrauch stets frisch herzustellen. Das Thiogenal bewirkt kurze Narkosen mit kurzem Nachschlaf. Es zeichnet sich durch eine große therapeutische Breite und sehr geringe Exzitationsneigung aus.

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde beim Eunarcon in den meisten Fällen die von dem Hersteller, beim Thiogenal die von WESTHUES-FRITSCH (1961) empfohlene Dosis verabreicht.

Nach Barbituraten und nach Injektionsrechnik getrennt, wurden bei den Registrierungen 4 Gruppen gebildet.
In den Tabellen 1 bis 4 sind diese Gruppen nach Ebern aufgeschlüsselt aufgezeichnet:

Gruppe I	(9 Tiere)	sturzartige Eunarcon-Applikation
Gruppe II	(15 Tiere)	Applikation von Eunarcon in 2 Fraktionen
Gruppe III	(7 Tiere)	sturzartige Thiogenal-Applikation
Gruppe IV	(20 Tiere)	Applikation von Thiogenal in 2 Fraktionen

Neben den Pulsfrequenzregistrierungen während der Kastration am narkotisierten Eber wurden als Leerversuche Narkosen ohne anschließende Kastration durchgeführt und die Verläufe der Herzschlagzahlen dieser Tiere ebenfalls aufgenommen.

3. Versuchsanordnung

Zur fortlaufenden Registrierung der Herzschlagfrequenzen wurde die bei JAKUBOWSKI (1966) beschriebene Methode benützt, jedoch dahingehend modifiziert, daß an Stelle der Klebeelektroden Andruckelektroden nach BAYER (1968) Verwendung fanden. Die Elektroden wurden an einem in der Länge verstellbaren Ledergurt so angebracht, daß ihr Sitz jederzeit verändert werden konnte. Auf dem Gurt befand sich der von HIRSCHBERG (1964) beschriebene Impulsgenerator mit EKG-Verstärker. Der Gurt wurde den Versuchstieren unmittelbar hinter der Vorderextremität um den Brustkorb gelegt, die Elektroden so angeordnet, daß sie an die Austrittstellen der elektrischen Herzachse zu liegen kamen und somit ein Maximum an Potentialdifferenz erzielt werden konnte.

Als Aufnahmegeräte wurden teils ein Tonbandgerät UHER-Report 4000 L, teils ein MINIFON-Gerät verwendet. Die Auswertung des auf Tonband gespeicherten frequenzmodulierten EKGs erfolgte durch ein Kardiotachometer (HUGO SACHS Elektronik). Die graphische Darstellung der Schlagfrequenzkurven erfolgte mit einem Kompensationsschreiber (RIKADENKI, Tokio).

4. Durchführung der Versuche

Sämtliche Tiere wurden durch 12-24 stündiges Fasten bei ausreichender Versorgung mit Wasser auf die Operation vorbereitet. Sie wurden vor Versuchsbeginn gewogen und im Operationsraum mit einer Oberkieferschlinge an einem in etwa 10 cm Höhe in der Wand befestigten Ring kurz angebunden. Anschließend erfolgte Waschen, Rasieren und Desinfektion des Skrotums und der angrenzenden Hautbezirke. Der Leder-

gurt wurde mit den Elektroden in oben beschriebener Weise angelegt. Von diesem Zeitpunkt an wurden die im Verlauf der Betäubung und Kastration interessierenden Ereignisse fixiert und in einem Zeitprotokoll festgehalten. Die vor der Narkose registrierten Herzschlagfrequenzen wurden als Ausgangs- oder "Ruhewerte" bezeichnet und dienten zum Vergleich mit den während der Narkose und Kastration auftretenden Erhöhungen der Herzschlagzahlen. Die Stauung der Ohrvenen erfolgte mit einer Stauschlinge, die Injektionsstelle wurde mit einem Alkoholtupfer gereinigt. Die für die Punktion günstigste Vene - die untere Randvene - wurde freigelegt und eine stumpfgeschliffene Kanüle bis zum Konus in die gestaute Vene in Richtung Ohrgrund eingeschoben. Nach Lösen der Stauschlinge erfolgte die Injektion des Barbiturates. Am zusammengesunkenen Tier wurde die oben liegende Hinterextremität mit einem Strick ausgebunden; die anderen Extremitäten mit einem Strick gefesselt.

Die Kastration erfolgte nach der bei BERGE-WESTHUES (1961) beschriebenen Methode. Nach dem Absetzen der Hoden erfolgte eine distale Erweiterung der Hautschnitte. Mit der Erweiterung der Hautschnitte wurde in den meisten Fällen auch die fortlaufende Schreibung der Herzschlagfrequenz beendet. Die Wundhöhlen wurden mit Antibiotikaspray versorgt, die Hautwunden blieben offen.

Im Zeitprotokoll wurden folgende Ereignisse festgehalten:

Gruppe II und IV

1. Beginn der Registrierung ("Ruhewert")
2. Beginn der ersten Injektion
3. Ende der ersten Injektion
4. Beginn der zweiten Injektion
5. Ende der zweiten Injektion
6. Erster Hautschnitt
7. Abbinden des ersten Samenstranges
8. Absetzen des ersten Hodens

9. Zweiter Hautschnitt
10. Abbinden des zweiten Samenstranges
11. Absetzen des zweiten Hodens
12. Erweiterungsschnitte am Skrotum

Gruppe I und III

1. Beginn der Registrierung ("Ruhewert")
2. Beginn der Injektion
3. Ende der Injektion
4. Erster Hautschnitt
5. Abbinden des ersten Samenstranges
6. Absetzen des ersten Hodens
7. Zweiter Hautschnitt
8. Abbinden des zweiten Samenstranges
9. Absetzen des zweiten Hodens
10. Erweiterungsschnitte am Skrotum

Tabelle 2

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis (ml) Eunarcon	Injektionsverlauf	Bemerkung
2	210	18	Gesamtmenge in 40 sec schnell injiziert	Dosis nach Firmenangabe
3	206	18	Gesamtmenge in 78 sec "nach Wirkung" injiziert	" "
4	125	15	Gesamtmenge in 25 sec sturzartig injiziert	" "
13	110	15	Gesamtmenge in 50 sec zügig injiziert.	" " Eber liegt bei Beginn der Registrierung
16	198	18	Gesamtmenge in 67 sec auf einmal injiziert	Dosis nach Firmenangabe
19	200	20	Gesamtmenge in 35 sec auf einmal injiziert	" "
20	219	20	Gesamtmenge in 35 sec auf einmal injiziert	" "
21	243	20	Gesamtmenge in 30 sec auf einmal injiziert	" "
23	160	16	Gesamtmenge in 20 sec sturzartig injiziert	" " Leerversuch keine Registrierung bei der Kastration

Tabelle 3

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis (ml) Eunarcon	Injektionsverlauf	Bemerkung
1	208	26	20 ml in 90 sec zügig injiziert 80 sec danach 6 ml in 10 sec injiziert	Dosis nach Wirkung
5	140	20	10 ml in 15 sec sturzartig 15 sec danach 10 ml in 45 sec zügig injiziert	" "
6	165	23	10 ml in 15 sec sturzartig 85 sec danach 13 ml in 60 sec nach Wirkung	" "
7	60	12	6 ml in 15 sec sturzartig 45 sec danach 6 ml in 50 sec nach Wirkung	" "
8	180	23	16 ml in 15 sec sturzartig 68 sec danach 7 ml in 11 sec injiziert	" "
9	205	20	10 ml in 25 sec sturzartig 45 sec danach 10 ml in 60 sec nach Wirkung	Dosis nach Firmenangabe

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis (ml) Eunarcon	Injektionsverlauf	Bemerkung
10	253	26	14 ml in 28 sec sturzartig 50 sec danach 12 ml in 20 sec injiziert	Dosis nach Wirkung
11	175	26	10 ml in 25 sec sturzartig 25 sec danach 16 ml in 85 sec langsam injiziert	" "
12	312	25	15 ml in 25 sec sturzartig 25 sec danach 10 ml in 10 sec sturzartig injiziert	Dosis nach Firmenangabe Leerversuch Keine Registrierung bei der Kastration
14	250	25	10 ml in 27 sec sturzartig 25 sec danach 15 ml in 40 sec nach Wirkung	Dosis nach Wirkung
15	127	15	8 ml in 20 sec sturzartig 20 sec danach 7 ml in 30 sec schnell injiziert	Dosis nach Firmenangabe

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis (ml) Eunarcon	Injektionsverlauf	Bemerkung
17	230	20	10 ml in 25 sec schnell 20 sec danach 10 ml in 20 sec sturzartig	Dosis nach Firmenangabe Entspricht Eber Nr. 47
18	213	20	10 ml in 17 sec sturzartig 18 sec danach 10 ml in 20 sec sturzartig	Dosis nach Firmenangabe
22	142	18	8 ml in 15 sec sturzartig 20 sec danach 10 ml in 20 sec schnell	Dosis nach Wirkung
24	180	25	10 ml in 20 sec sturzartig 14 sec danach 15 ml in 43 sec nach Wirkung	Dosis nach Wirkung Mit diesem Eber wurde Leerversuch mit Thiogenal durchgeführt Entspricht Eber Nr. 46

Tabelle 4

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis in g Thiogenal Lösung in %	Injektionsverlauf	Bemerkung
34	110	2 10	Gesamtmenge in 34 sec auf einmal injiziert	Eber einhodig
35	98	2 10	Gesamtmenge in 20 sec auf einmal injiziert	" "
47	230	2 20	Gesamtmenge in 10 sec sturzartig injiziert	Leerversuch Thiogenal unterdosiert Entspricht Eber Nr.17
48	261	4 20	Gesamtmenge in 20 sec sturzartig injiziert	
49	230	4 20	Gesamtmenge in 17 sec sturzartig injiziert	
50	202	4 20	Gesamtmenge in 16 sec sturzartig injiziert	
51	283	3,5 20	Gesamtmenge in 14 sec sturzartig injiziert	

Tabelle 5

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis in g Thiogenal Lösung in %	Injektionsverlauf	Bemerkung
25	235	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 50 sec danach 2 g in 32 sec zügig injiziert	
26	181	3,5 20	1,5 g in 25 sec sturzartig 15 sec danach 2 g in 20 sec injiziert	
27	276	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 10 sec danach 2 g in 65 sec langsam injiziert	
28	170	3,5 20	2 g in 18 sec sturzartig 30 sec danach 1,5 g in 40 sec zügig injiziert	
29	220	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 50 sec danach 2 g in 12 sec sturzartig injiziert	
30	215	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 45 sec danach 2 g in 42 sec z ügig injiziert	
31	305	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 30 sec danach 2 g in 46 sec zügig injiziert	

Tabelle 5 (Fortsetzung)

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis in g Thiogenal Lösung in %	Injektionsverlauf	Bemerkung
32	270	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 35 sec danach 2 g in 70 sec langsam injiziert	
33	113	2 10	1 g in 20 sec sturzartig 54 sec danach 1 g in 40 sec injiziert	
36	128	2,5 20	1 g in 22 sec sturzartig 28 sec danach 1,5 g in 40 sec injiziert	
37	180	3,5 20	3 g in 25 sec sturzartig 40 sec danach 0,5 g in 10 sec injiziert	
38	195	4 20	2 g in 20 sec sturzartig 5 sec danach 2 g in 85 sec injiziert	
39	105	2 10	1 g in 30 sec schnell 120 sec danach 1 g in 90 sec langsam injiziert	
40	255	4 20	2 g in 25 sec schnell 45 sec danach 2 g in 150 sec langsam injiziert	

Tabelle 5 (Fortsetzung)

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Gesamtdosis in g Thiogenal Lösung in %	Injektionsverlauf	Bemerkung
41	283	4 20	1,2 g in 30 sec 48 sec danach 2,8 g in 60 sec, davon 2,4 g in 20 sec injiziert	
42	251	4 20	2 g in 15 sec sturzartig 80 sec danach 2 g in 20 sec sturzartig injiziert	Atemstill-stand für 3 Minuten
43	246	4 20	2 g in 15 sec sturzartig 30 sec danach 2 g in 40 sec zügig injiziert	
44	78	1,5 10	0,5 g in 30 sec zügig 130 sec danach 0,5 g in 40 sec 130 sec danach 0,5 g in 10 sec nach Wirkung injiziert	Binneneber
45	148	3 20	2 g in 13 sec sturzartig 30 sec danach 1 g in 20 sec sturzartig injiziert	
46	180	3 20	1,5 g in 7 sec sturzartig 23 sec danach 1,5 g in 22 sec injiziert	Leerversuch Kastration unter Eunar-con Entspricht Eber Nr. 24

II VERSUCHSERGEBNISSE

Bei Betrachtung der direkt aus den Tonbandaufzeichnungen geschriebenen Verläufe der Herzschlagfrequenzen kann bei allen untersuchten Ebern eine ausgeprägte Tachykardie nach Applikation der Barbiturate Eunarcon und Thiogenal beobachtet werden. Trotz mannigfacher Unterschiede in den Kurvenverläufen der einzelnen Eber - wofür sicherlich individuelle Verträglichkeit des Barbiturates oder der vorherige Erregungszustand der Tiere verantwortlich zu machen sind - läßt sich für beide Barbiturate, ja sogar für die Applikationsart eines jeden Barbiturates ein typischer, sich in den einzelnen Behandlunsgruppen stets wiederkehrender Kurvenverlauf erkennen.

In den Tabellen 6 - 9 sind für die Eber jeder Gruppe neben den Körpergewichten und der Injektionsdauer Herzschlagfrequenzangaben zu bestimmten Zeitpunkten der Registrierung gemacht worden. Diese Auswertung der fortlaufend registrierten Herzschlagfrequenzkurven erfolgte, da eine Darstellung der Einzelkurven selbst nur einen sehr schlechten Überblick gestatten würde.

Tabelle 6 Sturzartige Injektion von Eunarcon

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Ruhe-wert	Maxi-mum	5 sec p.m.	10	15	20	25	30	40	50	60	90	120	150	180	240	300	360
2	210	75	190	190	190	185	180	175	175	178	180	180	180	165	165	150	185	135	128
3	206	130	220	210	200	198	190	185	185	180	180	175	158	165	165	180	160	150	160
4	125	90	198	195	195	190	188	188	188	190	190	190	195	195	225	235	225	225	225
13	110	75	153	135	135	130	132	140	140	135	130	130	130	135	140	140	150	135	130
16	198	85	187	187	187	185	180	184	188	188	184	180	165	160	145	165	148	105	135
19	200	97	188	188	188	188	188	188	188	189	190	190	190	182	190	172	172	164	180
20	219	90	190	190	188	185	183	183	180	177	168	162	150	142	150	162	120	90	105
21	243	90	210	210	208	210	210	208	2o5	2o2	202	200	190	195	195	210	180	170	165
23	160	105	205	200	202	202	205	205	202	198	195	195	190	192	183	152	170	195	175
Mittelwert $\bar{x}$		93	193	188	186	184	181	181	181	180	177	176	170	167	172	177	168	147	154
Standard-abweichung s		±17	±18,5	±23,4	±22,0	±23,0	±22,1	±19,2	±18,8	±19,9	±21,8	±21,8	±21,7	±22,4	±28,2	±31,6	±31,1	±41,5	±37,6

p.m. = post maximum

Tabelle 7 Bunarconinjektion in 2 Fraktionen

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Ruhe-wert	1. Gipfel	2. Gipfel	Tiefster Punkt zw.1.u.2. Gipfel	Abstand zwischen 1. u. 2. Gipfel	5 sec p.m.	10	15	20	25	30	40	50	60	90	120	150	180	240	300	360
1	208	105	205	180	140	70	180	180	175	178	178	175	175	163	155	145	140	137	137	132	120	155
5	140	100	213	150	125	50	150	142	136	136	136	140	140	145	150	140	145	140	150	165	135	160
6	165	95	205	195	165	80	190	190	185	180	185	180	170	165	160	172	160	157	157	162	162	165
7	60	95	180	180	160	40	175	170	167	165	157	165	162	157	155	155	155	142	138	152	176	175
8	180	90	210	195	180	60	195	195	195	195	198	198	198	198	200	190	180	180	180	150	180	195
9	205	90	195	195	172	70	195	192	190	190	190	190	188	180	180	172	172	170	172	160	158	140
10	253	78	210	200	165	50	206	202	205	200	200	200	195	190.	182	182	185	180	177	177	170	150
11	175	90	220	210	165	40	208	205	200	198	193	190	190	188	185	180	180	175	168	168	162	155
14	250	83	180	200	155	30	200	198	198	198	200	200	205	195	195	190	170	155	200	180	180	195
15	127	90	195	180	150	25	175	175	180	180	180	180	180	178	180	190	185	170	165	160	190	190
17	230	75	218	218	162	30	208	205	205	200	192	186	178	176	184	180	172	160	160	130	150	120
18	213	75	185	183	158	50	180	176	174	166	166	168	168	168	170	170	158	162	158	144	136	156
22	142	135	245	240	230	30	237	227	215	210	205	203	197	192	192	192	197	207	210	200	198	198
24	180	120	210	185	180	50	180	177	180	177	175	180	177	175	172	175	172	152	150	145	145	160
12	312	95	205	195	185	20	190	185	180	177	175	170	156	140	124	110	100	95	90	85	85	85
Mittelwert $\bar{x}$		94	205	194	165	48	191	188	186	186	182	182	180	176	175	174	169	163	165	158	162	163
Standard-abweichung s		±17	±16,9	±21,9	±23,6	±17,1	±20,7	±20,4	±20,0	±19,4	±19,0	±17,1	±17,2	±15,6	±15,9	±16,7	±16,6	±18,9	±21,1	±19,1	±22,5	±22,9

p.m. = post maximum

Tabelle 8 Sturzartige Injektion von Thiogenal

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Ruhe-wert	Maxi-mum	5 sec p.m.	10	15	20	25	30	40	50	60	90	120	150	180	240	300	360
34	110	80	170	168	165	155	145	142	140	138	132	134	122	118	106	102	94	86	85
35	98	105	153	150	148	145	140	135	132	128	128	125	125	120	120	112	110	94	90
48	261	105	165	160	158	155	153	153	153	150	150	145	148	148	140	140	138	128	120
49	232	125	195	192	185	180	175	170	167	160	160	155	140	135	128	123	118	112	115
50	202	85	173	166	158	158	155	150	150	146	140	135	132	132	132	128	125	128	120
51	283	105	180	176	172	167	165	160	155	147	137	135	127	125	127	120	120	120	120
47	230	85	230	225	220	210	195	180	176	172	165	150	120	90	90	82	80	80	80
Mittelwert $\bar{x}$		99	181	169	141	137	133	130	128	124	121	118	113	111	108	104	101	100	93
Standard-abweichung s		± 16	± 25,2	± 14,4	± 28,7	±27,9	± 27,8	± 26,8	± 26,5	± 25,3	±25,1	± 24,4	± 23,4	± 23,3	± 22,4	± 22,5	± 23,4	± 21,7	± 21,2

p.m. = post maximum

Tabelle 9 Thiogenalinjektion in 2 Fraktionen

Eber Nr.	Gewicht (kg)	Ruhe-wert	1. Gipfel	2. Gipfel	Tiefster Punkt zw.1.u.2. Gipfel	Abstand zwischen 1. u. 2. Gipfel	5 sec p.m.	10	15	20	25	30	40	50	60	90	120	150	180	240	300	360
25	235	97	158	180	140	30	150	147	140	138	135	135	135	135	135	135	130	125	122	118	105	95
26	181	75	176	165	140	70	160	158	150	145	140	135	128	125	125	125	120	105	105	90	90	82
27	276	87	215	183	166	35	180	175	170	165	162	162	162	160	152	132	130	120	170	150	125	110
28	170	125	245	225	215	30	220	215	205	200	197	195	190	190	195	177	175	175	175	168	170	162
29	220	105	215	183	135	70	180	165	155	145	140	132	130	130	125	115	112	112	105	100	98	90
30	215	210	217	184	165	70	184	180	180	177	175	170	162	157	157	150	150	145	155	140	140	140
31	305	105	185	185	170	30	183	180	175	165	155	150	147	150	150	150	150	150	145	145	135	125
32	270	95	195	160	120	60	155	140	140	140	140	140	138	138	135	130	130	135	132	120	115	117
33	113	90	200	160	125	75	160	155	150	146	142	135	128	120	120	113	113	113	105	95	95	95
36	128	87	210	185	172	30	180	160	155	148	145	135	135	135	160	160	150	130	120	135	168	155
37	180	75	155	125	115	40	125	115	102	97	95	98	85	90	95	95	90	85	85	105	100	85
38	195	120	198	185	180	50	185	185	183	180	180	180	180	170	165	155	150	135	125	115	113	110
39	105	95	195	190	165	20	170	165	163	160	155	152	150	150	165	147	147	140	140	140	150	150
40	255	85	170	135	120	40	132	130	125	123	120	115	112	108	105	105	102	102	100	87	87	85
41	283	75	195	163	130	40	160	140	135	115	115	115	110	107	105	103	98	100	100	95	95	90
42	241	65	180	178	130	80	175	172	168	155	110	90	90	87	90	90	75	75	78	60	50	50
43	246	105	205	185	165	30	185	183	180	180	180	180	178	175	170	150	145	145	145	160	150	135
44	78	105	170	190	140	40	187	165	162	150	137	135	115	105	102	98	86	78	76	75	87	80
45	148	83	198	177	152	40	170	162	150	142	140	138	138	138	136	128	128	120	120	120	118	108
46	180	115	205	190	185	30	187	185	175	170	157	150	138	120	118	115	105	102	102	102	102	102
Mittelwert $\bar{x}$		90	189	175	149	46	169	163	158	151	145	142	137	135	136	129	125	120	121	116	115	109
Standard-abweichungen s		±18	±21,4	±21,8	±25,0	±18,4	±21,6	±22,9	±23,6	±24,3	±26,2	±28,0	±28,0	±28,4	±29,0	±24,7	±26,7	±26,0	±28,8	±29,6	±31,0	±29,4

p.m. = post maximum

1. Versuchsgruppe I (Eunarcon sturzartig appliziert)

In der Abbildung 1 wird der vollständige Kurvenverlauf der Herzschlagfrequenz des Ebers 19 als typisches Beispiel dieser Gruppe dargestellt.

Nach Fixierung des Ebers ergab sich ein Niveau, dessen graphisches Mittel den "Ruhewert" repräsentiert. Nach Applikation des Eunarcon steigt die Pulsfrequenz mit unterschiedlicher Latenz an, um anschließend auf einem Plateau zu verharren. Der weitere Kurvenverlauf ist unregelmäßig. Der "Ruhewert" wird unter der Registrierung nicht wieder erreicht.

Die Kurvenverläufe der anderen 8 Eber dieser Gruppe zeigen ebenfalls das "Ruhewert"-Niveau, einen steilen Anstieg sowie ein Plateau nach der Eunarconapplikation. Der weitere Kurvenverlauf ist wahrscheinlich weitgehend abhängig von der Injektionsgeschwindigkeit und der Narkosetiefe. Das Absinken der Herzschlagzahlen ist unregelmäßig und die "Ruhewerte" werden während der Kastrationsdauer niemals wieder erreicht. Der mittlere "Ruhewert" betrug bei den 9 Ebern dieser Gruppe 93 $\pm$ 17 Herzschläge pro Minute. Schlagfrequenzmaxima lagen zwischen 153 und 220 Pulsen pro Minute, wobei bemerkenswert ist, daß der Anstieg der Maxima über den "Ruhewert" niemals größer als 153 %, der durchschnittliche Anstieg dieser Gruppe 108 % betrug.

Die absoluten und prozentualen Pulsfrequenzsteigerungen sind der Injektionsdauer und der Dauer des Anstiegs der Pulsfrequenzkurve in Tabelle 10 gegenübergestellt.

Tabelle 10

Eber Nr.	Injektions-dauer (sec)	Dauer des steilen Anstiegs der Herzschlag-frequenz (sec)	Zunahme der Herzschläge pro Minute	Zunahme in % zum Ausgangswert
2	40	30	115	153
3	78	50	90	69
4	25	20	108	120
13	50	10	78	104
16	67	20	102	120
19	35	18	91	94
20	35	25	100	111
21	30	20	120	122
23	20	12	100	95

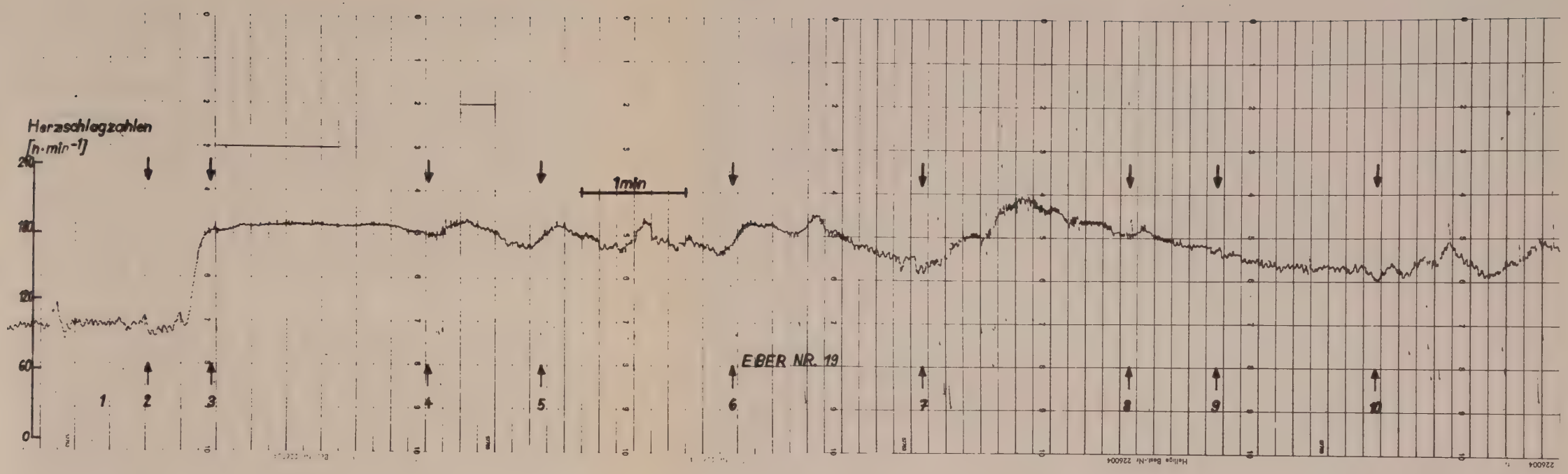


Abb. 1 Herzschlagzahlen von Eber 19

1. = Beginn der Registrierung ("Ruhewert")
2. = Beginn der Injektion
3. = Ende der Injektion
4. = Erster Hautschnitt
5. = Abbinden des ersten Samenstranges
6. = Absetzen des ersten Hodens
7. = Zweiter Hautschnitt
8. = Abbinden des zweiten Samenstranges
9. = Absetzen des zweiten Hodens
10. = Erweiterungsschnitte am Skrotum

2. Versuchsgruppe II (Eunarcon in 2 Fraktionen appliziert)

In der Abbildung 2 wird der vollständige Kurvenverlauf der Herzschlagfrequenz des Ebers 18 als typisches Beispiel dieser Gruppe dargestellt.

An das "Ruhewert"-Niveau schließt sich nach Applikation der ersten Teildosis ein steiler Anstieg der Pulsfrequenz an. Nach Erreichen des Maximums erfolgt ein kurzzeitiger Abfall. Nach Injektion der zweiten Teildosis ergibt sich ein zweiter Kurvengipfel, dem sich ein Pulsfrequenzplateau anschließt. Der weitere Kurvenverlauf ist unregelmäßig, trotz leichten Frequenzabfalls wird das "Ruhewert"-Niveau auch bei der geteilten Eunarconapplikation nicht wieder erreicht.

Die Kurvenverläufe der anderen 14 Eber dieser Gruppe zeigen im "Ruhewert"-Niveau, in der Steilheit des Anstiegs nach der ersten Teildosis, sowie in der Zweigipflichkeit der Kurve mit anschließendem Plateau auffällige Übereinstimmung. Der zeitliche Abstand der zwei Kurvengipfel ist wahrscheinlich abhängig vom Intervall beider Injektionen, ebenso wie der Abfall der Pulsfrequenz nach dem ersten Gipfel. Die weiteren Kurvenverläufe gleichen denen der Gruppe I, ohne auch hier die "Ruhewerte" zu erreichen. Der mittlere "Ruhewert" betrug bei den 15 Ebern dieser Gruppe 94 ± 17 Herzschläge pro Minute. Die Schlagfrequenzmaxima lagen zwischen 180 und 245 Pulsen in der Minute, wobei diese sowohl nach Injektion der ersten oder zweiten Teildosis registriert werden konnten. Hierbei hat sicherlich die Dosierungsgeschwindigkeit und das Intervall zwischen beiden Applikationen eine Bedeutung. Die Steigerung der Pulsfrequenzen über die "Ruhewerte" war niemals höher als 190 %, der durchschnittliche Anstieg dieser Gruppe betrug 118 %.

Die absoluten und prozentualen Pulsfrequenzsteigerungen sind mit Injektionsdauer und Dauer des Anstiegs der Pulsfrequenzkurven in der Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11

Eber Nr.	Injektionsdauer (sec)	Dauer des steilen Anstiegs der Herzschlagfrequenz (sec)	Zunahme der Herzschläge pro Minute	Zunahme in % zum Ausgangswert
1	90	55	100	95
5	15	20	113	113
6	15	10	110	116
7	15	10	85	89
8	15	15	120	133
9	25	20	105	113
10	28	25	132	165
11	25	25	130	144
12	25	25	110	116
14	27	20	97	116
15	20	15	105	117
17	25	28	143	190
18	17	25	110	141
22	15	23	110	82
24	20	12	90	75

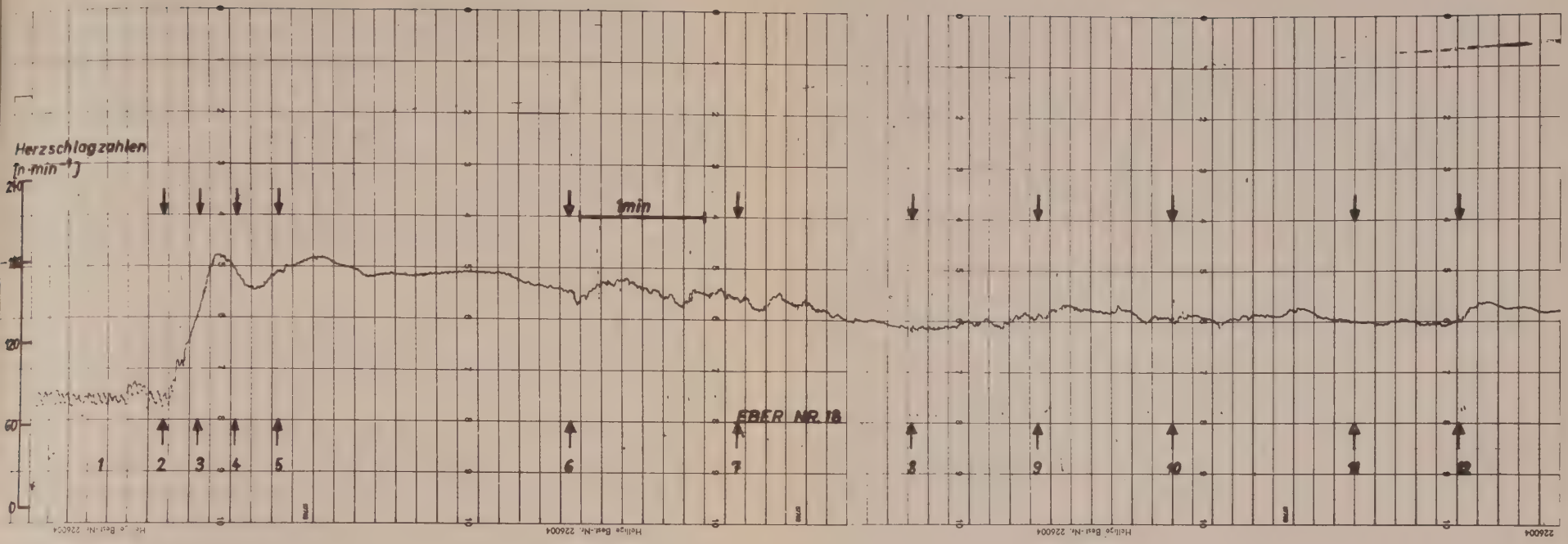


Abb. 2 Herzschlagzahlen von Eber 18

1. = Beginn der Registrierung ("Ruhewert")
2. = Beginn der ersten Injektion
3. = Ende der ersten Injektion
4. = Beginn der zweiten Injektion
5. = Ende der zweiten Injektion
6. = Erster Hautschnitt
7. = Abbinden des ersten Samenstranges
8. = Absetzen des ersten Hodens
9. = Zweiter Hautschnitt
10. = Abbinden des zweiten Samenstranges
11. = Absetzen des zweiten Hodens
12. = Erweiterungsschnitte am Skrotum

3. Versuchsgruppe III (Thiogenal sturzartig appliziert)

In der Abbildung 3 wird der vollständige Kurvenverlauf der Herzschlagfrequenz des Ebers 49 als typisches Beispiel dieser Gruppe dargestellt.

An das "Ruhewert"-Niveau schließt sich nach der Thiogenalapplikation ein steiler Anstieg der Pulsfrequenz an. Nach Erreichen des Maximums erfolgt ein sofortiger Abfall der Pulsfrequenz, der sich asymptotisch dem "Ruhewert"-Niveau nähert. Dieser ist bei Eber 49 bereits nach etwa 2 Minuten erreicht.

Die Kurven der anderen 6 Eber dieser Gruppe sind in ihrem Verlauf dem des Ebers 49 sehr ähnlich, obgleich sie im weiteren Verlauf den "Ruhewert" später erreichen.

Der mittlere "Ruhewert" betrug bei den 7 Ebern dieser Gruppe 99 ± 16 Herzschläge in der Minute. Die Schlagfrequenzmaxima lagen zwischen 153 und 230 Pulsen in der Minute. Die Steigerung der Pulsfrequenz lag niemals höher als 171 %, der durchschnittliche Anstieg dieser Gruppe betrug 82 % über den "Ruhewert".

Die absoluten und prozentualen Pulsfrequenzsteigerungen sind mit Injektionsdauer und Dauer des Anstiegs der Pulsfrequenzkurven in der Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12

Eber Nr.	Injektionsdauer (sec)	Dauer des steilen Anstiegs der Herzschlagfrequenz (sec)	Zunahme der Herzschläge pro Minute	Zunahme in % zum Ausgangswert
34	34	20	90	56
35	20	20	48	41
47	10	17	145	171
48	20	23	60	57
49	17	15	70	64
50	16	17	88	104
51	14	24	75	71

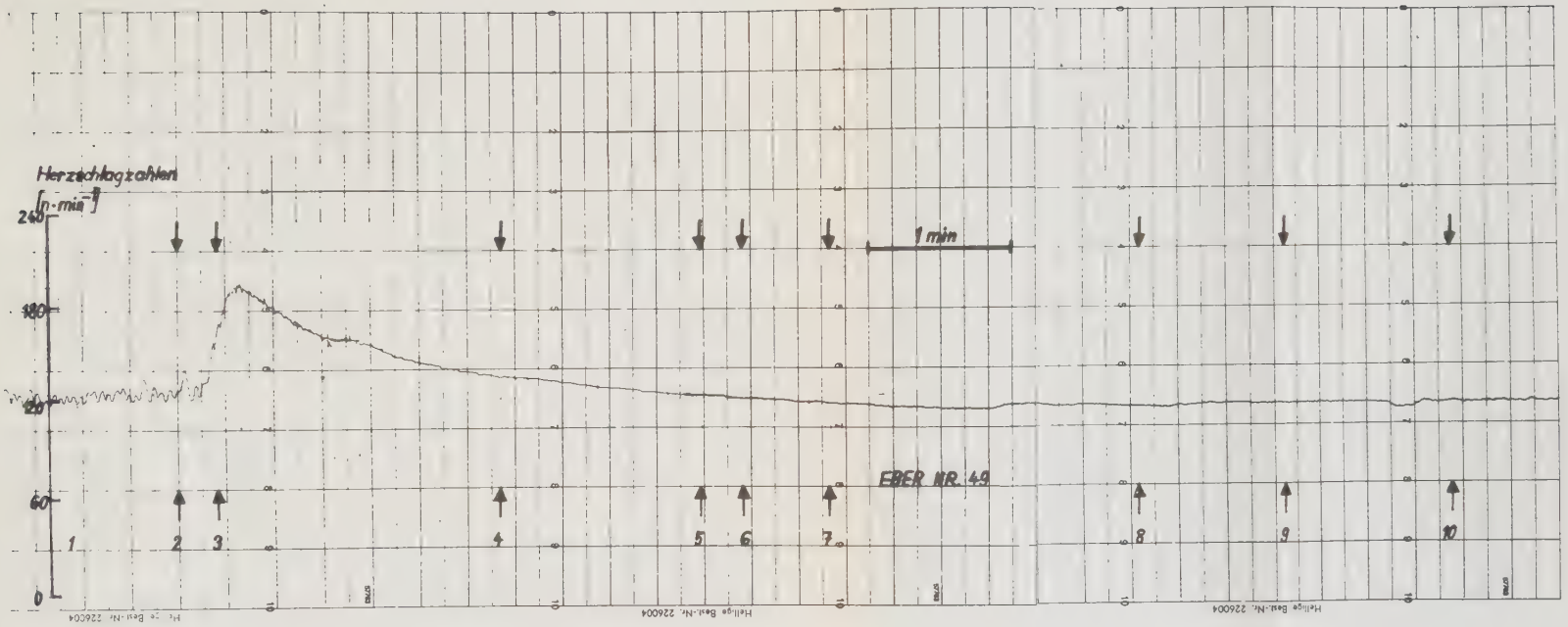


Abb. 3 Herzschlagzahlen von Eber 49

1. = Beginn der Registrierung ("Ruhewert")
2. = Beginn der Injektion
3. = Ende der Injektion
4. = Erster Hautschnitt
5. = Abbinden des ersten Samenstranges
6. = Absetzen des ersten Hodens
7. = Zweiter Hautschnitt
8. = Abbinden des zweiten Samenstranges
9. = Absetzen des zweiten Hodens
10. = Erweiterungsschnitte am Skrotum

4. Versuchsgruppe IV (Thiogenal in 2 Fraktionen appliziert)

In der Abbildung 4 wird der vollständige Kurvenverlauf der Herzschlagfrequenz des Ebers 45 als typisches Beispiel dieser Gruppe dargestellt. An das "Ruhewert"-Niveau schließt sich nach Applikation der ersten Teildosis ein steiler Anstieg der Pulsfrequenzkurve an. Nach Erreichen des Maximums erfolgt ein kurzzeitiger Abfall. Nach Injektion der zweiten Teildosis ergibt sich ein zweiter Kurvengipfel, dem, wie bei den Kurven der Versuchsgruppe III, ein asymptotischer Pulsfrequenzabfall folgt. Die Kurve nähert sich dem "Ruhewert", ohne ihn bis zum Ende der Registrierung zu erreichen. Die Kurvenverläufe der anderen 19 Eber dieser Gruppe sind in ihrem Anfangsteil dem des Ebers 45 sehr ähnlich, im weiteren Verlauf nähern sie sich dem "Ruhewert", zum Teil erreichen sie diesen vor Beendigung der Registrierung.

Der mittlere "Ruhewert" betrug bei den 20 Ebern 90 ± 18 Herzschläge in der Minute. Die Schlagfrequenzmaxima lagen zwischen 155 und 245 Pulsen in der Minute, wobei diese fast ausschließlich nach Applikation der ersten Teildosis beobachtet werden konnten. Die Steigerung der Pulsfrequenzen über die "Ruhewerte" war niemals höher als 177 %, der durchschnittliche Anstieg dieser Gruppe betrug 110 % über den "Ruhewert".

Die absoluten und prozentualen Pulsfrequenzsteigerungen sind mit Injektionsdauer und Dauer des Anstiegs der Pulsfrequenzkurven in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13

Eber Nr.	Injektionsdauer (sec)	Dauer des steilen Anstiegs der Herzschlagfrequenz (sec)	Zunahme der Herzschläge pro Minute	Zunahme in % zum Ausgangswert
25	20	20	61	63
26	25	20	101	135
27	20	20	128	147
28	18	20	120	96
29	20	20	110	105
30	20	20	107	97
31	20	17	80	76
32	20	15	100	105
33	20	10	110	122
36	22	20	123	141
37	25	15	80	107
38	20	22	78	65
39	30	25	100	105
40	25	20	85	100
41	30	35	120	160
42	15	22	115	177
43	15	22	100	95
44	30	30	65	62
45	13	20	115	139
46	7	15	90	78

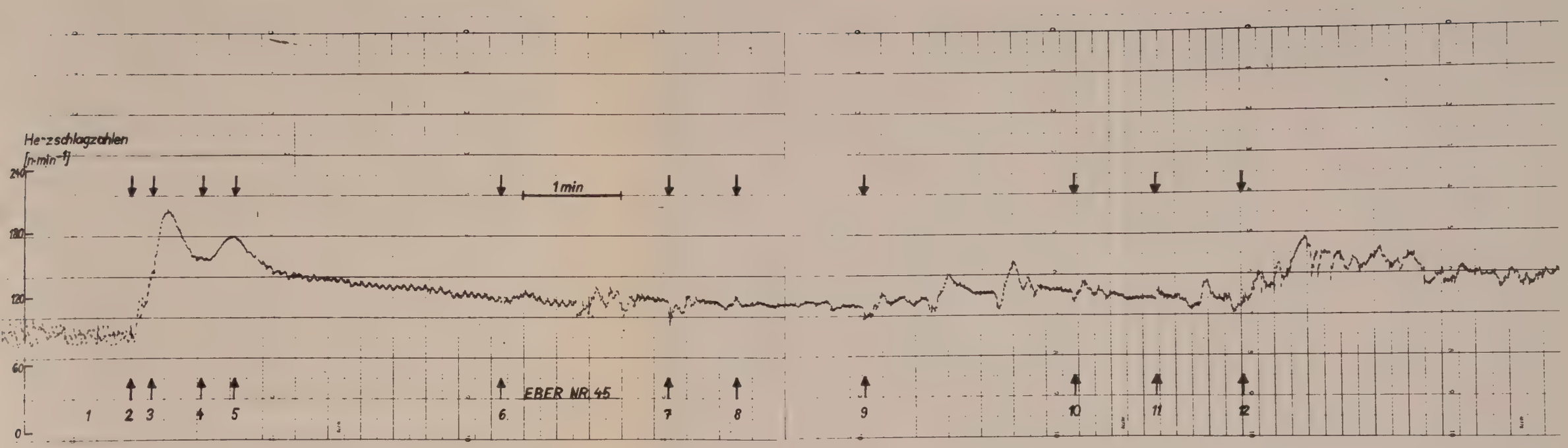


Abb. 4 Herzschlagzahlen von Eber 45

1. = Beginn der Registrierung ("Ruhewert")
2. = Beginn der ersten Injektion
3. = Ende der ersten Injektion
4. = Beginn der zweiten Injektion
5. = Ende der zweiten Injektion
6. = Erster Hautschnitt
7. = Abbinden des ersten Samenstranges
8. = Absetzen des ersten Hodens
9. = Zweiter Hautschnitt
10. = Abbinden des zweiten Samenstranges
11. = Absetzen des zweiten Hodens
12. = Erweiterungsschnitte am Skrotum

In der Abbildung 5 sind von sämtlichen Pulsregistrierungen bei Kastrationen nach Versuchsgruppen getrennt die errechneten Mittelwerte zur vergleichenden Betrachtung in Kurvenform dargestellt. Die den Kurven zugrunde liegenden Mittelwerte sind mit ihren Standardabweichungen in den Tabellen 6 - 9 zusammengefaßt.

Bei Betrachtung der Mittelwertkurven wird deutlich, daß die Herzschlagfrequenzen der beiden mit Eunarcon narkotisierten Tiergruppen (Gruppe I und II), sowohl im Maximum als auch im gesamten Kurvenverlauf, in der Schlagfrequenz erheblich höher liegen als bei den Ebern der Gruppen III und IV, denen Thiogenal appliziert worden war.
Aus den Kurvenverläufen wird weiterhin deutlich, daß im Gegensatz zu den Thiogenalkurven, die, nach Erreichen des ersten und zweiten Gipfels, ein gleichmäßiges Absinken der Herzschlagfrequenzen erkennen lassen, die Eunarconkurven bis 6 Minuten nach der Medikation in großer Frequenzhöhe verbleiben.

Form und Verlauf der Mittelwertskurven zeigen eine große Übereinstimmung mit den typischen Kurvenverläufen (Abb. 1-4), da die Schlagfrequenzkurven bei den Ebern jeder Gruppe gut reproduzierbar waren.

Die Abbildung 5 läßt erkennen, daß die "Ruhewerte" bei einmaliger Thiogenalapplikation schnell, bei Applikation von Thiogenal in zwei Fraktionen meist mit Ende der Registrierung erreicht wurden, während bei beiden Methoden der Eunarconapplikation die Herzschlagkurven in relativ hohen Frequenzbereichen verblieben.

Die Registrierungen der sogenannten "Leerversuche" lagen im Bereich der Standardabweichungen der Pulsfrequenzverläufe bei den Kastrationen.

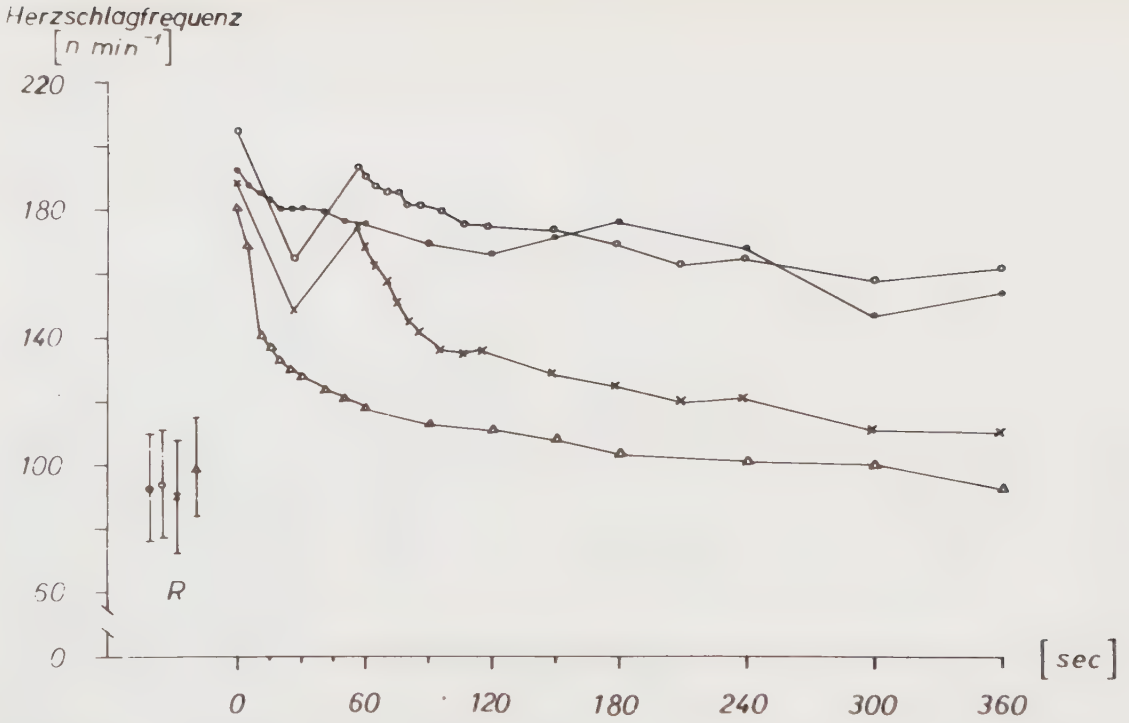


Abb. 5 Verlauf der mittleren Herzschlagfrequenz aller Versuchsgruppen

R = Ruhewerte mit Standardabweichungen
• = Eunarcon sturzartig
o = Eunarcon in zwei Fraktionen
× = Thiogenal sturzartig
Δ = Thiogenal in zwei Fraktionen

Zum besseren Vergleich der Kurventypen sind die Maxima auf einer Parallelen zur

D. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Da bei Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse die momentanen Änderungen der Herzschlagzahlen bei dem sehr kreislauflabilen Schwein außerordentlich schnell vor sich gehen, was sich auch mit Beobachtungen von JAKUBOWSKI (1966) und BAYER und Mitarbeitern (1968) deckt, ist eine Beurteilung des Schlagfrequenzverhaltens eines Versuchstieres nur mit Hilfe einer beeinflussungsarmen Ableitung und einer fortlaufenden Registrierung möglich.

Die in der vorliegenden Literatur über Pulsfrequenz- und Kreislaufuntersuchungen an Ebern in der Ruhe und während der Barbituratnarkosen gemachten Angaben sind palpatorische und auskultatorische punktuelle Messungen und können zum Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen der fortlaufenden Schreibung nur bedingt herangezogen werden.

Nach Applikation der beiden in dieser Arbeit verwendeten Barbiturate konnte ein steiler Anstieg der Herzschlagzahlen registriert werden. Ein Zusammenhang zwischen der Steilheit des Kurvenanstiegs und der Applikationsgeschwindigkeit sowie der Art des Barbiturates konnte nicht festgestellt werden, die registrierten Maxima und die weiteren Kurvenverläufe liegen dagegen nach Injektion von Eunarcon eindeutig höher als nach Verabfolgung von Thiogenal.

Wenn man die Herzschlagzahlen als Indikator für das Kreislaufverhalten eines Tieres heranzieht, dann kann aus dem Verlauf der Mittelwertskurven (Abb. 5) angenommen werden, daß von den 4 Narkosemethoden die sturzartige Thiogenalapplikation die geringste Kreislaufbelastung darstellt. Die Herzschlagzahlen erreichen bei diesen Tieren nicht die hohen Frequenzen wie bei den Ebern der

anderen 3 Gruppen. Die Rückkehr zu den Ausgangswerten erfolgt außerdem bei einigen Tieren bereits nach etwa 3 Minuten und ist bei allen anderen Tieren spätestens bei Ende der Kastration erreicht. Eine fraktionierte Verabreichung der gleichen Thiogenalmenge in zwei Teildosen ergibt keine tiefere Narkose und die Pulsfrequenzen kehren viel später zu den "Ruhewerten" zurück.

Sowohl die sturzartige als auch die in zwei Teildosen fraktionierte Applikation von Eunarcon haben höhere Pulsfrequenzmaxima als Thiogenalinjektionen zur Folge. Die Rückkehr zu niedrigeren Herzschlagzahlen erfolgt nur sehr zögernd und die Ausgangswerte werden von keinem der Eber in Gruppe I und II während der Registrierung erreicht.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen kann geschlossen werden, daß zur Narkose von Ebern zur Kastration das Barbiturat Thiogenal-MERCK in sturzartig intravenöser Injektion sowohl hinsichtlich der Kreislaufbelastung - gemessen an den Herzschlagzahlen - als auch hinsichtlich der Narkosetiefe den anderen zum Vergleich herangezogenen Narkosemethoden überlegen ist.

Die praktizierte Methode gestattet eine schnelle und leichte Handhabung und ist für eine klinische Untersuchung am Kreislauf von Schweinen gut geeignet.

E. ZUSAMMENFASSUNG

An 47 Ebern wurde die Auswirkung von zwei intravenös applizierten Barbituraten - Thiogenal-MERCK und Eunarcon-CASSELLA-RIEDEL - auf die Herzschlagfrequenzen durch fortlaufende Aufzeichnung der Herzaktionsströme registriert.

Die Ableitung der Aktionsströme des Herzens erfolgte mit Andruckelektroden, das EKG wurde auf Tonband aufgezeichnet, die Pulsfrequenz wurde direkt geschrieben.

Nach den verwendeten Barbituraten und den Injektionstechniken wurden 4 Gruppen unterschieden:

I. Eunarcon sturzartig
II. Eunarcon in zwei Fraktionen appliziert
III. Thiogenal sturzartig
IV. Thiogenal in zwei Fraktionen appliziert

Bei allen Ebern wurde nach der Barbituratinjektion eine starke Tachykardie beobachtet.
Thiogenal, sturzartig appliziert, war im Hinblick auf Pulsfrequenzhöhe, im schnellen Wiedererreichen des "Ruhewertes" und in der Narkosetiefe den anderen drei Narkosemethoden überlegen. Die Ableitungsmethode ist leicht durchführbar und ist für klinische Untersuchungen am Kreislauf von Schweinen gut geeignet.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1. BAYER, A. (1966) Möglichkeiten der Elektrokardiographie am laufenden Tier. Berl.Münch.Tierärztl.Wschr. 79, 49-52

2. BAYER, A., D.ROHLOFF und H.JAKUBOWSKI (1968) Pulsfrequenz und systolischer Blutdruck bei Ebern während der Entsamung auf dem Phantom. Zbl.Vet.Med. im Druck

3. BAYER, A. (1968) Das Verhalten der Herzschlagfrequenz von Trabrennpferden im Training und im Rennen. Berl.Münch.Tierärztl.Wschr. 81, im Druck

4. BERGE, E. und M. WESTHUES (1956) Tierärztliche Operationslehre. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg

5. BOLZ, W. (1961) Allgemeinnarkose beim Tier. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

6. BRÜNING, B. (1937) Eunarcon-Narkose beim Schwein. Vet.med.Diss.Hannover

7. CARSTENSEN, J. (1962) Beitrag zur Narkose des Schweines mit Narcoren. Vet.med.Diss.Hannover

8. DINSE, P.-C. (1965) Die Narkose beim Schwein mit Baytinal und in der Kombination Combelen-Baytinal. Vet.med.Diss.Hannover

9. FANTA, J. (1963) Erfahrungen mit Großeberkastrationen in der Landpraxis. Wien.tierärztl.Mschr. 50, 227-236

10. FEILER, J. (1956) Versuche über die Kurznarkose mittels Baytinal-Bayer bei Operationen am Schwein. Vet.med.Diss.Hannover

11. HIPPEL, J. (1966) Untersuchungen in der Praxis von Atmung, Herzfrequenz und rektal gemessener Körpertemperatur bei gesunden Zuchtebern und ihre Abhängigkeit vom Alter und Gewicht der Tiere. Vet.med.Diss.Hannover

12. HIRSCHBERG, H. (1964) An ECG Recorder for Active Subjects. Electronic Engineering 36, 38-39

13. JAKUBOWSKI, H. (1966) Der Verlauf der Herzschlagfrequenz von Ebern während der Samengewinnung auf dem Phantom. Vet.med.Diss. FU Berlin

14. KNOLL, A.P. (1910) Untersuchungen über die normale Pulsfrequenz der Rinder und Schweine nebst vergleichenden physiologischen kritischen Studien über die normale Pulsfrequenz des Menschen und der Haussäugetiere. Vet.med.Diss.Zürich

15. LÜCKMANN, J. (1958) Die Herzfrequenz des Schweines. Vet.med.Diss.Hannover

16. MAREK, J. und J. MOCSY (1960) Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere. 6. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena

17. NOBIS, U. (1965) Atmung, Puls und Temperatur des Schweines nach Bewegung und die Zeitspanne bis zur Rückkehr der Ausgangswerte. Vet.med.Diss.Hannover

18. SCHULZE, W. (1964) b) Körpertemperatur, Atem- und Herzfrequenz beim Schwein. Dtsch.tierärztl.Wschr. 71, 410

19. SILBERSIEPE, E. (1936) Über die Eunarcon-Narkose beim Schwein.
Berl.Tierärztl.Wschr. 51,821-825

20. SONNECK, A. (1953) Die Betäubungsmittel beim Schwein unter besonderer Berücksichtigung des Narkovet.
Tierärztl.Umsch. 8, 369-370

21. TEUSCHER, R. (1958) Anwendung und Erfahrung mit dem Kurznarkotikum "Baytinal" (R)-Bayer in der Schweinechirurgie.
Dtsch.tierärztl.Wschr. 65,
530-533

22. TEUSCHER, R. und K. MIETH (1961) Die Anwendung des Combelen beim Schwein unter Berücksichtigung einer kombinierten Combelen-Baytinal-Narkose.
Dtsch.tierärztl.Wschr. 68,
457 - 462

23. TOLLE, A. (1955) Klinische Erfahrungen mit Thiogenal als Kurznarkotikum in der Kleintierpraxis.
Berl.Münch.Tierärztl.Wschr. 68
24-27

24. VÖLKER, R. und A. BARKE (1938) Die Dosierung des Eunarcons bei Hund und Schwein.
Dtsch.tierärztl.Wschr. 46,
274-279

25. VORLOB, A. (1937) Über Eunarconbetäubung bei Massenkastrationen von Ebern und über einige hierbei ermittelte chirurgisch-klinisch bemerkenswerte Fälle.
Vet.med.Diss.Berlin

26. WACHTEL, W., L.LYHS und E.LEHMANN (1963) Blutdruckmessungen beim Schwein. Arch.exp.Vet.Med. 17a, 355-360

27. WESTHUES, M. und R. FRITSCH (1961) Die Narkose der Tiere. Band II Allgemeinnarkose Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

28. WILLE, H. (1954) Narkose mit Thiogenal beim Schwein. Dtsch.tierärztl.Wschr. 61, 385-388

29. WIRTH, D. (1949) Klinische Diagnostik der inneren Erkrankungen und Hautkrankheiten der Haustiere. Urban & Schwarzenberg Verlag, Wien

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. H.J. H e i d r i c h für die Auswahl und Überlassung des Themas recht herzlich danken.

Herrn Oberassistent Dr. A. B a y e r vom Veterinär-Physiologischen Institut der Freien Universität Berlin danke ich für die Zurverfügungstellung der Andruckelektroden, sowie für die Einweisung in die Registrieranordnung.

Insbesondere danke ich Herrn Oberassistent Dr. D. R o h l o f f, Herrn Dr. H. J a k u b o w s k i und der Med.-techn. Assistentin Fräulein H. K i r s c h f e l d, die mir bei der Durchführung der Versuche behilflich waren.

Lebenslauf

Am 18. April 1940 wurde ich, Erhard L a n g, als Sohn des Kaufmanns Hans Lang und seiner Ehefrau Friederike geb. Meyer, in Bayreuth geboren.

Dort besuchte ich von 1946 bis 1951 die Volksschule, anschließend 9 Jahre lang die Oberrealschule, an der ich im Juni 1960 die Reifeprüfung ablegte.

Im Herbst 1960 begann ich in München mit dem Studium der Veterinärmedizin, wo ich 1962 die tierärztliche Vorprüfung ablegte. Nach dem 5. Semester wechselte ich an die Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Zürich und nach weiteren 2 Semestern an die Veterinärmedizinische Fakultät der Freien Universität Berlin. Hier absolvierte ich die restlichen 2 Semester und bestand am 21. Oktober 1965 das tierärztliche Staatsexamen.

Meine Praktikantenzeit leistete ich an der Klinik für Tiergeburtshilfe und Klauentierkrankheiten der Freien Universität Berlin ab. Die Approbation erhielt ich am 23. April 1966.
Seit dem 1. Oktober 1965 bin ich an der Klinik für Tiergeburtshilfe und Klauentierkrankheiten beschäftigt und zwar vom 1. Oktober 1965 bis 30. April 1966 als wissenschaftlicher Hilfsassistent, anschließend, ab 1. Mai 1966 wurde ich mit der Wahrnehmung der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten beauftragt.